- подсчитать прогиб, углы поворота, перерезывающие усилия и моменты в ряде точек;
- построить схему пластинки в зависимости от граничных условий и ее нагружения;
- получить эпюры прогибов, перерезывающих усилий и моментов.

Результатом работы программы является выдача рекомендации о прочности пластинки по теории Мора.

Программа также позволяет сделать расчет и по классической теории на основе гипотез Кирхгофа.

На базе разработанного алгоритма и программы проеден ряд числовых расчетов по двум теориям.

Из этих примеров можно сделать некоторые выводы о величине расхождения максимального прогиба в зависимости от:

- вида граничных условий;
- внешней нагрузки;
- отношения толщины пластинки к ее радиусу.

Расхождения результатов могут достигать 30%.

Также решено несколько задач МКЭ в i-deas по классической теории Кирхгофа. Расхождение в прогибах, полученных МКЭ и аналитически, составляют не более 3%.

СТАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕСПАЯННЫХ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПЛАСТИН

Бабенкова Т.В., Крысько А.В.

Саратовский государственный технический университет

В работе построены теория и алгоритм расчета многослойных неспаянных пластинок с учетом физической нелинейности, когда каждая из пластинок описывается кинематической моделью Кирхгофа. Система уравнений равновесия для двухслойной конструкции имеет вид:

$$
\begin{aligned}
&A_1\left(w_1(x,y)\right)+K\frac{E}{h}w_1\Psi(x,y)=q_1+K\frac{E}{h}(w_2+h_1)\Psi(x,y),\\
&A_1\left(w_2(x,y)\right)+K\frac{E}{h}w_2\Psi(x,y)=q_2+K\frac{E}{h}(w_1-h_1)\Psi(x,y),
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

с граничными условиями:

$$w_i\big|_{\partial\Omega_i} = \frac{\partial w_i}{\partial n_i}\bigg|_{\partial\Omega_i} = 0, \tag{2}$$

$$w_1\big|_{\partial\Omega_1} = \frac{\partial w_1}{\partial n_1}\bigg|_{\partial\Omega_1} = 0, \quad w_2\big|_{\partial\Omega_2} = \frac{\partial^2 w_2}{\partial n_2^2}\bigg|_{\partial\Omega_2} = 0, \tag{3}$$

$$w_i\big|_{\partial\Omega_i} = \frac{\partial^2 w_i}{\partial n_i^2}\bigg|_{\partial\Omega_i} = 0, \tag{4}$$

$$w_1\big|_{\partial\Omega_1} = \frac{\partial^2 w_1}{\partial n_1^2}\bigg|_{\partial\Omega_1} = 0, \quad w_2\big|_{\partial\Omega_2} = \frac{\partial w_2}{\partial n_2}\bigg|_{\partial\Omega_2} = 0, \tag{5}$$

где $q_1(x,y)$, $q_2(x,y)$ –внешние нагрузки на первую и вторую пластинки, Ω_i – область в пространстве, определяющая план i-ой пластинки (i=1, 2), K – известная постоянная, $\Psi(x,y)$ – индикатор области контакта Ω^*

$$\Psi(x,y) = \frac{1 + sign(w_1(x,y) - w_2(x,y) - h_1)}{2}.$$

Систему (1) следует рассматривать в совокупности с краевыми условиями (2) – (5).

Если исходное расположение пластинок (функция зазора) и нагрузка таковы, что при деформировании они в контакт не вступают, то $\Psi \equiv 0$ и система (1) – (2) распадается на два независимых уравнения. В противном случае система (1) – (2) связна.

Разработан ряд алгоритмов расчета такой конструкции, в частности на базе метода вариационных итераций и метода конечных разностей. Доказана сходимость предложенной итерационной процедуры, которая позволяет решать каждое из уравнений в отдельности.

Рассматривались задачи с двумя типами нелинейности: физической и конструктивной.

Проводилось численное исследование напряженно-деформированного состояния указанной конструкции для четырех типов краевых условий (2) – (5). Установлено, что фактором, определяющим НДС конструкции, являются краевые условия верхней пластинки. Так, когда верхняя пластинка шарнирно оперта, контактное давление имеет вид, приведенный на рис. 1. Здесь мы наблюдаем (согласно гипотезам Кирхгофа) локальные сосредоточенные силы, которые терпят разрывы. Если же верхняя пластинка защемлена, то контактное давление имеет вид, приведенный на рис. 2, то есть наблюдается сосредоточение силы в центре пластинки.

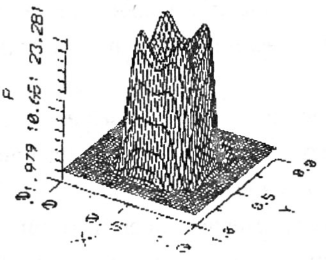

Рис. 1.

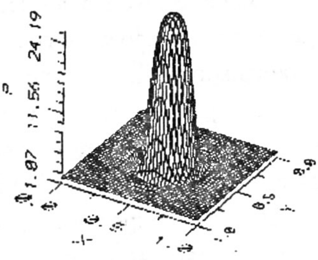

Рис. 2.

ДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ НА БЕСКОНЕЧНУЮ ПЛАСТИНУ, ПОКОЯЩУЮСЯ НА НАПРАВЛЕННО АРМИРОВАННОМ СЛОЕ

Баранова И.С.

Запорожская государственная инженерная академия

Рассмотрим бесконечную пластину, опирающуюся на направленно армированный слой, состоящий из чередующихся параллельных слоев двух однородных изотропных упругих материалов. Нижняя поверхность армированного слоя склеена с абсолютно жестким полупространством. Пластина и слой являются однородными, изотропными и линейно-упругими.

Выберем систему координат Oxz с началом в срединной поверхности пластины и осью Oz, направленной вертикально вверх. Рассмотрим плоское деформированное состояние, при котором $U_y=0$, а $U_x=U_x(x,z,t)$, $U_z=U_z(x,z,t)$, где t – время. Пластина подвержена действию нормальной нагрузки, движущейся с постоянной скоростью в положительном направлении оси Ox. Такая нагрузка вызывает в описанной выше системе плоское деформированное состояние. Будем исследовать распространение волн в направлении слоения, пользуясь точными уравнениями тео-